

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年7月1日 (01.07.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/055222 A1(51)国際特許分類⁷: C21D 8/00, C22C 38/00

(21)国際出願番号: PCT/JP2003/016189

(22)国際出願日: 2003年12月17日 (17.12.2003)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願2002-367062
2002年12月18日 (18.12.2002) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構(NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 Ibaraki (JP).

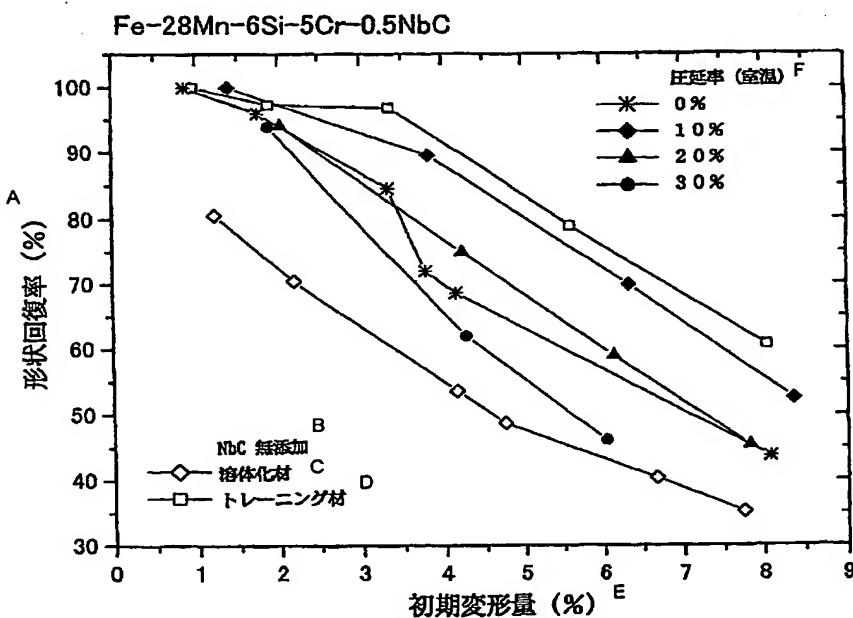
(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 菊池 武丕児 (KIKUCHI,Takehiko) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 梶原 節夫 (KAJIWARA, Setsuo) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). バルホ アルベルト (BARUJ, Alberto) [AR/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 小川 一行 (OGAWA, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 新谷 紀雄 (SHINYA, Norio) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(緒葉有)

(54)Title: METHOD OF THERMO-MECHANICAL-TREATMENT FOR Fe-Mn-Si SHAPE-MEMORY ALLOY DOPED WITH NbC

(54)発明の名称: NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法



(57)Abstract: Means for thermo-mechanical-treatment of an Fe-Mn-Si shape-memory alloy of specified composition doped with NbC comprises performing a mechanical treatment prior to aging treatment at a mechanical treatment ratio falling within a specified range so that the mechanical treatment can be carried out at room temperature, in place of the old method of performing training as a mechanical treatment prior to aging treatment and in place of the prior method of performing a mechanical treatment at 500 to 800°C prior to aging treatment.

A...RATIO OF SHAPE RECOVERY (%)
B...NbC NONE ADDED
C...SOLUTION TREATMENT MATERIAL
D...TRAINING MATERIAL
E...INITIAL DEFORMATION (%)
F...ROLLING RATIO (ROOM TEMP.)

WO 2004/055222 A1

(緒葉有)



(74) 代理人: 森竹 義昭, 外(MORITAKE, Yoshiaki et al.); 添付公開書類:
〒103-0027 東京都 中央区日本橋 3丁目2番11号 一 國際調査報告書
北八重洲ビル3階 東京知財事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): CN, KR, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、Nb、Cを添加してなる特定の組成を有するFe-Mn-Si系形状記憶合金に対して、これを加工熱処理する手段としては、従前においては時効に先立って行われる加工処理がトレーニングによって、あるいはまた、先行技術においては、時効処理に先立って500～800℃の温度範囲で加工処理が行われていたところ、本発明においては、時効処理に先立って行われる加工処理を特定の加工率の範囲とすることにより、室温で加工処理することを可能とするものである。

明細書

NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法

技術分野

本発明は、NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、いわゆるトレーニングなしでも上記合金の形状記憶特性を発現し、その性能の向上を図ることが出来る、NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法に関するものである。

背景技術

Fe-Mn-Si系形状記憶合金が提案、発明されて以来久しいが、その利用状況は、未だ充分に活用されているとは言えず、実用化段階に至っているとはいえない状況にあった。その最大の原因は、この合金はトレーニングといわれる特殊な加工熱処理をしなければ、十分な形状記憶効果を示さないことがあるものであった。

ここにトレーニングとは、室温で2-3%の変形を施した後、逆変態点以上の600°C近傍で加熱するという処理を数回以上繰り返す一連の形状記憶加工操作を指すものである。

上記煩雑なトレーニング処理を要するほかなかった従来技術の実情に鑑み、本発明者らグループにおいては簡易な操作、特にトレーニングを要さない加工操作を開発すべく鋭意研究した結果、特定の形状記憶合金、すなわちFe-Mn-Si系形状記憶合金にNbとC元素を少量添加し適当な時効熱処理を施して、合金組に微細なNbC炭化物を析出させることによって煩雑なトレーニング加工操作なしでも十分良好な形状記憶効果を示すことを見出し、先に特許出願をした(特許文献1参照)。またさらに、このNbC添加合金の加工熱処理手段についても研究を進めた結果、このNb、C添加のFe-Mn-Si系形状記憶合金は、5

00～800℃の温度範囲で加工した後時効すると更に優れた形状記憶特性が得られることを発見し、これについても特許出願をした（特許文献2、特許文献3参照）。

特許文献1；

特開2001-226747号公報

特許文献2；

特願2001-296901号

特許文献3；

特願2002-79295号

以上の先行出願による提案によって、形状記憶合金技術は飛躍的に進歩し、今後の実用化に大きく寄与し、産業の発展に大いに寄与するものと確信するが、これらの提案自体についてもそこにお改善すべき余地が依然として残っているものであった。すなわち、後者二つの先行特許出願（特許文献2、特許文献3）についても、これらの提案による発明は、その前提とするいわゆるトレーニングによる従前の技術に比して、合金の形状記憶性能自体の向上と共にその加工操作が極めて簡易となり、その意義は極めて大きい。また、それにより形状記憶性能も飛躍的に高くなり、実用性への度合いが飛躍的に向上したことが認められ、その作用効果は極めて顕著である、と言うことができるものの、そのための加工操作は、500～800℃という高温での加熱処理を要する点において依然として問題が残っており、そこに使い難さがあり、実用化を阻む要因があつたことは否めないものであった。

発明の開示

本発明は、この点の問題を基本的に解決しようというものである。

そこで、本発明者らにおいては、特定の組成の形状記憶合金に極力低い温度での加工の下でも、実効性のある形状記憶特性が発現、確保できないか、鋭意研究を重ねた結果、これが可能であること、すなわち室温での加工でも形状記憶特性

が十分に確保でき、前記目的を達成することが出来ることを見いだしたものである。

すなわち、Nb、Cを添加してなるFe-Mn-Si系形状記憶合金を室温で加工し、次いで加熱時効処理してNbC炭化物を析出させるという基本的な操作を適用するだけで、その合金の形状記憶特性を発現できるという思いもよらない作用効果が奏せられることを見いだした。すなわち、前記目的を達成するに成功したものである。

本発明は、前記知見、成功に基づいてなされたものであり、その解決手段は以下（1）～（7）に示すとおりである。

（1）Nb、Cを添加してなるFe-Mn-Si系形状記憶合金を室温で5～40%加工し、次いで時効加熱処理してNbC炭化物を析出させることを特徴とする、NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

（2）Fe-Mn-Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn：15～40重量%、Si：3～15重量%、Nb：0.1～1.5重量%、C：0.01～0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、前記（1）項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

（3）NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn：15～40重量%、Si：3～15重量%、Cr：1～20重量%、Nb：0.1～1.5重量%、C：0.01～0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、前記（1）項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

(4) NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn: 15~40重量%、Si: 3~15重量%、Cr: 1~20重量%、Ni: 0.1~20重量%、Nb: 0.1~1.5重量%、C: 0.01~0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、前記(1)項に記載のNb、C添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

(5) NbとCの原子比が、好ましくは1.0~1.2の範囲に設定されることを特徴とする、前記(2)乃至(4)の何れか1項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

(6) NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金が、不純物として、Cu: 3重量%以下、Mo: 2重量%以下、Al: 10重量%以下、Co: 30重量%以下、N: 5000 ppm以下含んでいる(2)乃至(5)の何れか1項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

(7) 時効加熱処理条件が400~1000°Cの温度範囲で且つ1分~2時間加熱することを特徴とする前記(1)乃至(6)の何れか1項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

発明の効果

Nb、Cを添加してなる特定の組成を有するFe-Mn-Si系形状記憶合金に対して、これを加工熱処理する手段としては、従前においては時効に先立って行われる加工処理がトレーニングによって、あるいはまた、先行技術においては、時効処理に先立って行われる加工処理が500~800°Cの温度範囲で行われていたところ、本発明においては、時効処理に先立って行われる加工処理を特定の加工率の範囲に設定すれば、高温によらずとも、すなわち室温での加工処理が可能であり、これに成功したしたものである。

その技術的意義は、その前提とする従来技術、先行技術の構成と比較すると被我の差は明らかであり、極めて大きな違いがあること歴然としている。すなわち、本発明は、特定の合金組成、室温における加工度、時効条件を一定の範囲に設定し、組み合わせることによって、はじめて大幅に形状記憶特性を改善することに成功したものである。その操作は、室温加工と時効という極めてありふれた加工熱処理により、トレーニング処理を施した試料と同等の形状回復率を示し、かつ形状回復力についてはトレーニング処理を施した試料よりも著しく大きな回復力が得られるものであり、いずれにしても本発明は、これを機に今後各種分野において、さらに一段と実用化に向けて加速されることが期待される。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理による形状回復率と初期変形量との関係を示す図。

第2図は、本発明のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理による形状回復力と回復歪みの関係を示す図。

発明を実施するための最良の形態

ここに、室温での加工率を5～40%と規定した理由は、5%未満では形状記憶特性の改善に有効に寄与せず、40%を越えると、試料が硬くなりすぎ、時効処理後の変形が著しく困難になるからである。

また、本発明のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法が対象とする合金成分は、先の出願においても示したように、Mn:15～40重量%、Si:3～15重量%、Nb:0.1～1.5重量%、C:0.01～0.2重量、そして残部がFe及び不可避的不純物であり、NbとCの原子比Nb/Cが1以上である合金である。

また、NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の合金成分は、Mn:15～40重量%、Si:3～15重量%、Cr:1～20重量%、Nb:0.1～

1. 5重量%、C:0.01~0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上である合金、さらにまた、Mn:1.5~4.0重量%、Si:3~15重量%、Cr:1~20重量%、Ni:0.1~2.0重量%、Nb:0.1~1.5重量%、C:0.01~0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上である合金も本発明で対象とする合金である。

以上のNbC添加したいたずれのFe-Mn-Si系形状記憶合金においても、合金中におけるNbとCの原子比Nb/Cは、1.0~1.2であることが好ましい。

さらに、本発明のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法において対象とする合金成分には、不純物として、3重量%以下のCu、2重量%以下のMo、10重量%以下のAl、30重量%以下のCo、又は5000ppm以下のNの少なくとも1種もしくはそれ以上を含むことが許容される。

発明の実施態様

以下、本発明を図1、図2に基づいて以下、具体的に説明する。但し、これらに示した実例は、あくまでも本発明を容易に理解するための一助として開示するためのものであって、本発明をこれによって限定する趣旨ではない。

実施例：

まず、本発明のNbCが添加されてなるFe-2.8Mn-6Si-5Cr-0.53Nb-0.06C合金（数値は、重量%）を溶製準備した。得られた形状記憶合金を、室温で圧延加工後、400~1000°Cの温度範囲で1分~2時間の加熱による時効処理を行うことによって形状記憶性がいかに改善されるを以下に示す。

すなわち、図1は、時効のみを施した場合（圧延率0%）と室温で10%、20%、30%圧延した場合の形状回復率違いを示したグラフである。時効処理は、

いずれも 800°C で 10 分間行った。比較のために NbC を添加していない Fe - 28Mn - 6Si - 5Cr 合金について、焼鈍したままの試料と 5 回トレーニングした試料の結果も示してある。横軸は室温における引っ張り変形による変形量（%）であり、縦軸の形状回復率（%）は試料を 600°C に加熱した場合の伸びの回復率である。400°C まで加熱した場合もこれとほぼ同一の形状回復率が得られる。この実験において用いた試料片は、厚さ 0.6 mm、幅 1 ~ 4 mm、長さ（ゲージ長）15 mm に調製した試験片を用いて試験を行った。

この図からわかるように、10% の圧延した試料はその形状記憶回復率は、5 回トレーニングした NbC 無添加の合金と比べると、同程度かやや劣っている程度のものとなっている。実用的に必要な変形量は約 4% であるが、この変形量においても約 90% の形状記憶回復率を示していることは、実用合金として使用可能なことを強く示唆している。これと同じ形状回復率を NbC 無添加の通常の Fe - Mn - Si 基形状記憶合金で得るために少なくとも 5 回のトレーニングが必要であることを考えるとその作用効果は極めて優れている。

圧延率が高くなり、20% となると無加工（時効のみ）の場合と形状回復率は殆ど同じか少し良くなる程度である。さらに圧延率が 30% になると時効のみの場合よりも、初期歪みの大きいところでは逆に形状回復率が悪くなることを示している。

これに対して、実用上重要な形状記憶特性の一つである形状回復力は、図 2 に示す通り室温で 20% 圧延、30% 圧延後、時効処理をした試料の方がいちじるしく向上している。図 2 はその形状回復力向上の程度を時効のみの場合（圧延率 0%）及び室温で 10% 圧延後時効処理をした場合と比較して示しているものである。横軸の回復歪がゼロのときの回復力は、室温で引っ張り変形した後そのまま両端を固定して逆変態温度以上に加熱し、その後再び室温に戻したときの発生応力を意味する。また、回復歪が例えば 2% のときの回復力は、歪が 2% 回復した後に両端を固定して測定した発生応力を意味するものである。室温で与えた初

期の歪は4～6%で試験を行った。

その際用いた試験片は、第1図の結果を得るのに用いたものと同一の試料を用いた。なお、図2において、横軸の回復歪みは、実用例で言えば、パイプの締結部品に使用した場合には、パイプと締結部品（形状記憶合金）との許容されるクリアランスの程度を直径に対する割合（%）で表したものと対応する。この形状回復力は圧延率が高いところで著しく向上している。室温での圧延率が20～30%ではその回復歪みが0%のところで310MPa、2%の回復歪みでも200MPaの回復力が得られる。また、10%の圧延率の場合でも、トレーニングした場合と全く同じ形状回復力が得られることが分かった。

すなわち、この図の結果から圧延率0%、圧延率10%に比し、高圧延率（20%、30%）の場合は形状回復力が著しい増大がみられることが理解される。なお、図2には比較のため、NbC無添加の溶体化試料及び5回トレーニングした試料の形状回復力を示したが、その回復力は本発明の態様によるものに比較してかなり小さいことが分かった。

以上述べたように、本発明は、Nb、Cを添加してなる特定の組成を有するFe-Mn-Si系形状記憶合金に対して、時効処理に先立って行われる加工処理を、特定の加工率の範囲であれば、室温で加工処理することによって可能とすることに始めて成功したものである。その技術的意義は、その前提とする従来技術においては、煩雑な操作を伴うトレーニングや、先行技術における500～800°Cの高温加工処理を要する場合と比較すると両者の構成の差は歴然としており、明らかである。

すなわち、本発明は、特定の合金組成、室温における加工度、時効条件を一定の範囲に設定し、組み合わせることによって、はじめて大幅に形状記憶特性を改善することに成功したものである。その操作は、室温加工と時効という極めてありふれた加工熱処理により、トレーニング処理を施した試料と同等の形状回復率

を示し、かつ形状回復力についてはトレーニング処理を施した試料よりも著しく大きな回復力が得られるものであり、いずれにしてもその意義は極めて大であり、例えば、小は水道管の締結から、大はオイルパイプの締結のいたるまであらゆる用途の締結部材として使用、利用でき、その経済的効果は計り知れない。

勿論これらに例示した締結部材としての用途は、その単なる態様の一端を紹介したにすぎず、本発明は係る用途、分野に限定されるものではないし、本発明を機に今後各種分野において、多様な用途等に、実用に供されることが期待される。

産業上の利用可能性

本発明は、Nb、Cを添加してなる特定の組成を有するFe-Mn-Si系形状記憶合金に対して、これを加工熱処理する手段としては、従前においては時効に先立って行われる加工処理がトレーニングによって、あるいはまた、先行技術においては、時効処理に先立って行われる加工処理が500～800℃の温度範囲で行われていたところ、本発明においては、時効処理に先立って行われる加工処理を特定の加工率の範囲であれば、高温によらずとも、すなわち室温で加工処理することにより可能とすることに成功したしたものである。

本発明の技術的意義は、その前提とする従来技術、先行技術の構成と比較すると両者の差は明らかであり、極めて大きな違いがあること歴然としている。すなわち、本発明は、特定の合金組成、室温における加工度、時効条件を一定の範囲に設定し、組み合わせることによって、はじめて大幅に形状記憶特性を改善することに成功したものである。その操作は、室温加工と時効という極めてありふれた加工熱処理により、トレーニング処理を施した試料と同等の形状回復率を示し、かつ形状回復力についてはトレーニング処理を施した試料よりも著しく大きな回復力が得られるものであり、いずれにしても本発明は、これを機に今後各種分野において、さらに一段と実用化に向けて加速されることが期待される。

請 求 の 範 囲

1. Nb、Cを添加してなるFe—Mn—Si系形状記憶合金を室温で5～40%加工し、次いで加熱時効処理してNbC炭化物を析出させることを特徴とする、NbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。
2. Fe—Mn—Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn：15～40重量%、Si：3～15重量%、Nb：0.1～1.5重量%、C：0.01～0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、請求項1記載のNbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。
3. NbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn：15～40重量%、Si：3～15重量%、Cr：1～20重量%、Nb：0.1～1.5重量%、C：0.01～0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、請求項1記載のNbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。
4. NbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金が、合金成分として、Mn：15～40重量%、Si：3～15重量%、Cr：1～20重量%、Ni：0.1～20重量%、Nb：0.1～1.5重量%、C：0.01～0.2重量%を含み、残部Fe及び不可避的不純物より成り、NbとCの原子比Nb/Cが1以上であることを特徴とする、請求項1記載のNb、C添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。
5. NbとCの原子比が、好ましくは1.0～1.2の範囲に設定されてなることを特徴とする、請求項2乃至4の何れか1項に記載のNbC添加Fe—Mn—Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

6. NbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金が、不純物として、Cu：3重量%以下、Mo：2重量%以下、Al：10重量%以下、Co：30重量%以下、N：5000 ppm以下含んでなる請求項2乃至5記載の何れか1項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

7. 時効加熱処理条件が400～1000°Cの温度範囲で、1分～2時間加熱するものであることを特徴とする請求項1乃至6記載の何れか1項に記載のNbC添加Fe-Mn-Si系形状記憶合金の加工熱処理方法。

Fig. 1

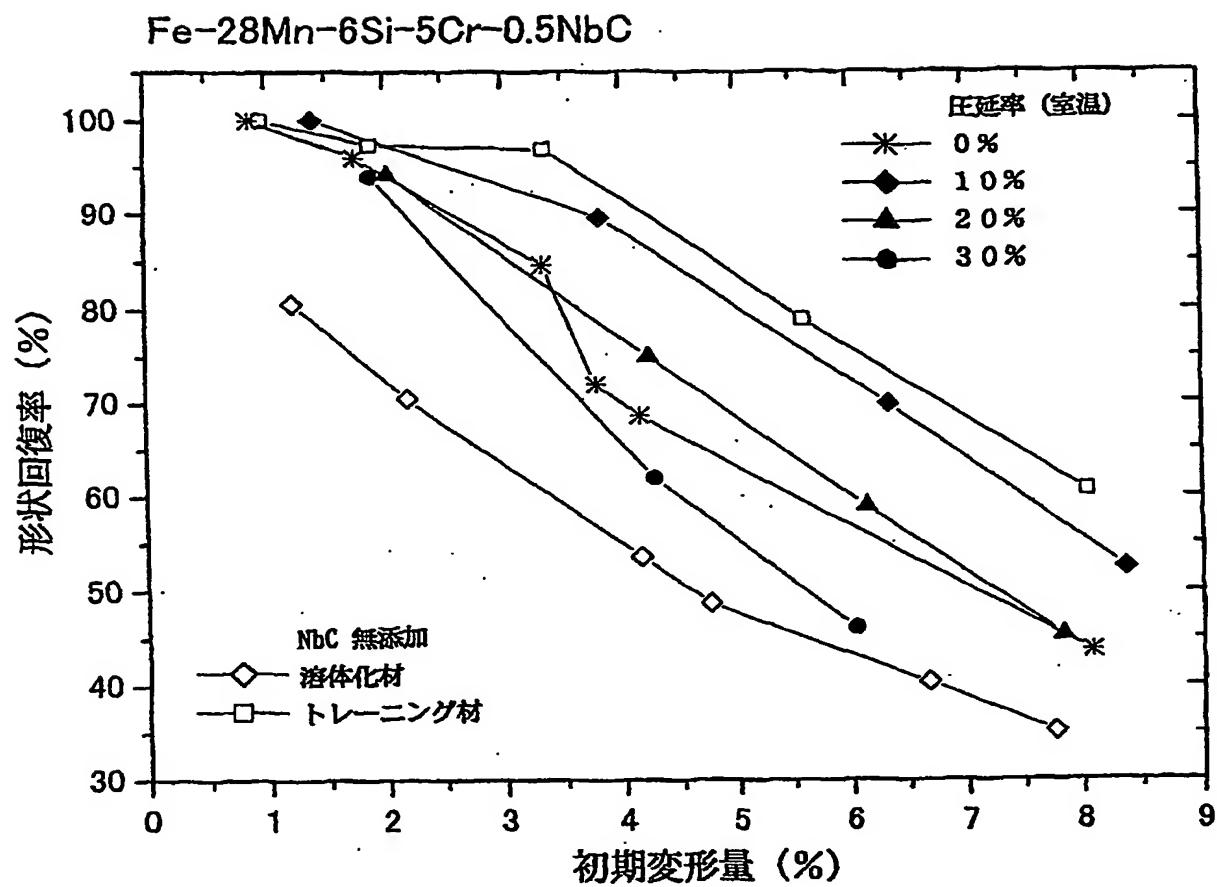
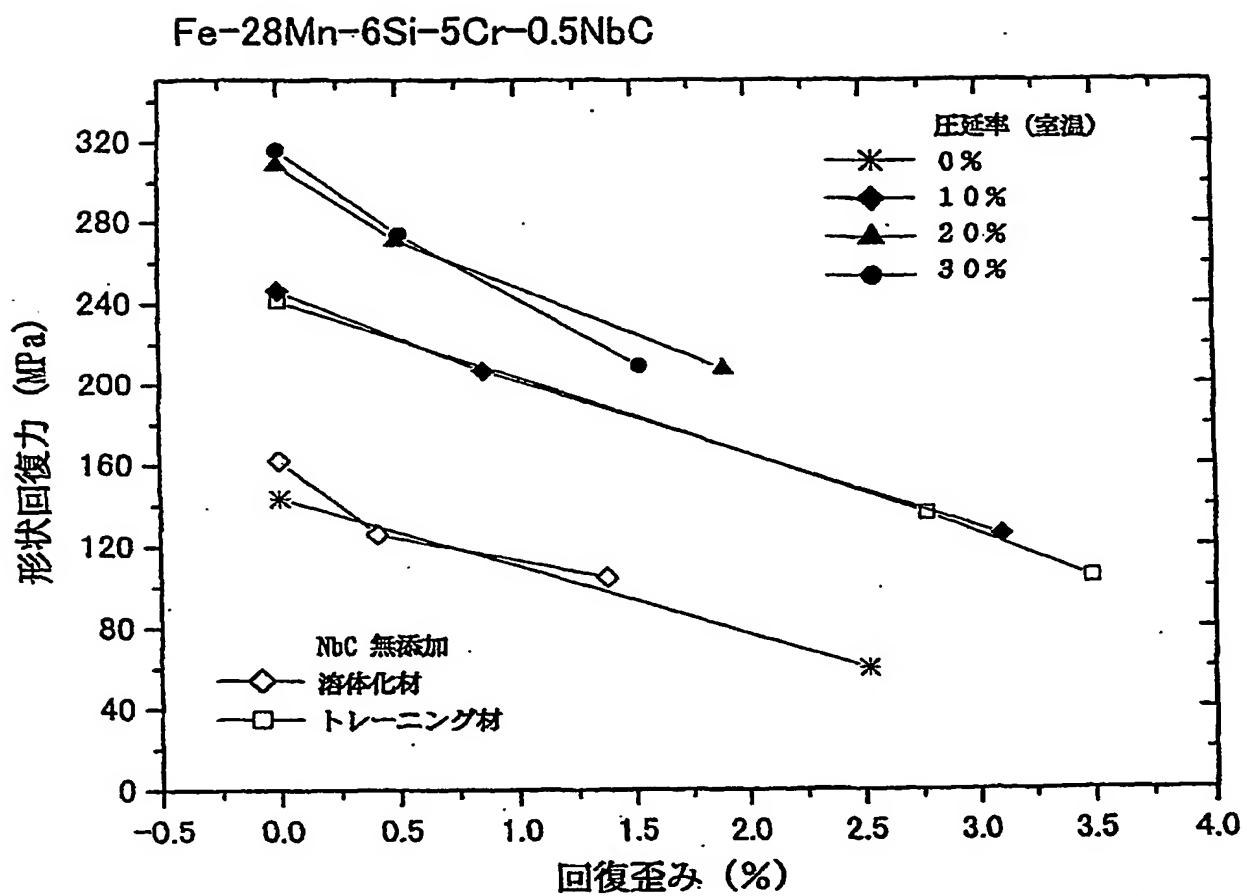


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/16189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C21D8/00, C22C38/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C21D6/00, 8/00, C22C38/00-38/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	SAWAGUCHI et al., "Shitsuon de Incho Henkeigo Jiko Netsushori shita Fe-28Mn-6Si-5Cr-0.5NbC Gokin no Keijo Kioku Tokusei", The Japan Institute of Metals Koen Gaiyo, Vol.133, page 75, (11 October, 2003 (11.10.03))	1-7
Y	A BARUJ ET AL., "SHAPE MEMORY BEHAVIOUR AND RECOVERY STRENGTH IN TRAINING-LESS FE-MN-SI-BASED SMA CONTAINING NBC", The Japan Institute of Metals Koen Gaiyo, Vol.128, page 347	1-7
Y	US 2001-23723 A1 (KIKUCHI ET AL.), 27 September, 2001 (27.09.01), Claims & JP 2001-226747 A & EP 1123983 A1 & CN 1317595 A	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February, 2004 (10.02.04)

Date of mailing of the international search report
24 February, 2004 (24.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/16189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5032195 A (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 16 June, 1991 (16.06.91), Claims & JP 2-270938 A	1-7
A	JP 62-112720 A (Nippon Steel Corp.), 23 May, 1987 (23.05.87), Claims (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' C21D8/00, C22C38/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' C21D6/00, 8/00, C22C38/00-38/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	沢口ら “室温で引張変形後時効熱処理したFe-28Mn-6Si-5Cr-0.5NbC 合金の形状記憶特性” 日本国金属学会講演概要 Vol. 133 P. 75 (2003. 1. 11)	1-7
Y	A BARUJ ET. AL “SHAPE MEMORY BEHAVIOUR AND RECOVERY STRENGTH IN TRAINING-LESS FE-MN-SI-BASED SMA CONTAINING NBC” 日本国金属学会講演概要 VOL. 128 P. 347	1-7
Y	US 2001-23723 A1 (KIKUCHI ET. AL.) 2001. 09. 27 特許請求の範囲&J P 2001-226747 A1 &EP 1123983 A1&CN 1317595 A	1-7
Y	US 5032195 A (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 1991. 06. 16 特許請求の範囲 &JP 2-270938 A	1-7

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 02. 2004

国際調査報告の発送日

24. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小川 武

4K 9270

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 62-112720 A(新日本製鐵株式会社) 1987.05.23 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-7